

сированы при 332, 380 и 422-456 К. Общим является центр захвата, ответственный за пик 375 К, зафиксированный для всех составов.

Природа термоактивированных процессов в исследуемых кристаллах NaF и NaF:Me может быть связана, как было показано ранее для аналогичных систем, с терморазрушением F и  $F_2 + F_3^+$  - центров окраски и последующими рекомбинационными процессами. Действительно, температурная область активной ТСЭЭ совпадала с областью разрушения как простых электронных центров окраски типа F-центров (полоса поглощения при  $\lambda = 340$  нм), так и агрегатных электронных центров окраски типа  $F_2$  ( $\lambda_{\text{погл}} = 500$  нм) и  $F_3^+$  ( $\lambda_{\text{погл}} = 520$  нм). В связи с этим наблюдаемые пики ТСЭЭ в исследуемых кристаллах естественно связать с деструкцией этих центров. Термическая делокализация электронов из ловушек может сопровождаться целым рядом рекомбинационных процессов со сложными дырочными центрами, продуктами которых могут быть Н-центры и экситоны. Возможны прямые рекомбинации электронов, освобожденных из электронных ловушек с дырочными активаторными центрами свечения по механизму Мейха [1] и Непомнящих [2]. Возбуждение активаторной люминесценции в процессе термостимуляции (урановые или Me-центры свечения, где Me=Sc, Cu, Ti, Pb) может быть обусловлено и другими причинами: (1) при захвате Н-центра анионной вакансией возможно преобразование Н-центров в  $V_k$ -центры с последующей рекомбинацией  $V_k$ -центров с электронными активаторными центрами свечения; (2) возможна резонансная передача энергии мигрирующего экситона активаторным центрам свечения; (3) возможно создание околоактиваторного экситона и передача энергии возбуждения активатору. Рассмотренные механизмы ТСЛ требуют уточнения и дополнительных исследований, связанных анализом спектрального состава каждого пика.

1. Mayhugh M., Christy R.W., Johnson N.M. // J. Appl. Phys. 1970. Vol.41, №7. P.2968-2976.
2. Непомнящих А.И., Раджабов Е.А. // Люминесцентные приемники и преобразователи ионизирующего излучения. Новосибирск, 1985. С.3-13.

## KINETICS OF DOMAIN STRUCTURE IN $\text{KTiOPO}_4$ CRYSTALS

Vaskina E.M.<sup>1\*</sup>, Pelegova E.V.<sup>1</sup>, Akhmatkhanov A.R.<sup>1</sup>, Chuvakova M.A.<sup>1</sup>,  
Buntov M.A.<sup>1</sup>, Shur V.Ya.<sup>1</sup>, Kizko O.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) Crystals of Siberia Ltd., Novosibirsk, Russia

\*E-mail: [ekaterina.vaskina@urfu.ru](mailto:ekaterina.vaskina@urfu.ru)

The studied  $\text{KTiOPO}_4$  (KTP) plate cut perpendicular to the polar axis with bulk conductivity about  $3 \cdot 10^{-9} \text{ Ohm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . The domain structure evolution was studied by in situ optical visualization simultaneously with recording of the switching current. The uniform electric field was applied using liquid electrode. The obtained switching

current data were analyzed by modification of the Kolmogorov-Avrami (K-A) formula [1]. The static domain patterns have been visualized with high spatial resolution by piezoresponse force microscopy (PFM) and by atomic force microscopy (AFM) after the selective chemical etching.

It was shown that the evolution of the domain structure consisted of the following stages: 1) formation and growth of needle-like domains elongated along Y axis; 2) the continuous switching by nonstop growth of the isolated domains appeared at the electrode edges; 3) the jerky switching caused by accelerations of the domain wall motion after merging of neighbouring domains.

The switching current data corresponding to the first stage was fitted by K-A formula. The characteristic times of the switching process have been revealed by fitting of the experimental data.

The field dependence of the switching time measured during application of the rectangular field pulses with amplitude from 3 to 6 kV/mm was fitted by activation law taken into account the existence of the internal bias field. The values of activation field and internal bias field were extracted.

The dependence of the coercive field on external field ramp rate ( $dE/dt$ ) was measured during application of the triangular field pulses with  $dE/dt$  ranged from 1 to 180 kV/(mm·s). It was shown that the coercive field for forward switching ( $E_c^+$ ) followed the power law dependence. The minimal value of the coercive field (3 kV/mm) was estimated for quasi-static limit ( $dE/dt$  tending to zero).

Visualization of the static domain structure using AFM and PFM methods at the same place on the sample allowed us to reveal the significant difference between the domain pattern and the etched relief. The similar effect of rearrangement of domain structure induced by chemical etching was discovered previously in stoichiometric MgO-doped lithium tantalate single crystals [2]. The considerable shift of the domain wall after termination of the etching process has been attributed to backswitching caused by removal of the surface layer with screening charges.

*The equipment of the Ural Center for Shared Use “Modern Nanotechnology” UrFU was used. The research was made possible by RFBR (16-02-00724 a) and by Government of the Russian Federation (Act 211, Agreement 02.A03.21.0006).*

1. Shur V., et al., J. Appl. Phys., 84, 445 (1998).
2. Shur V., et al., Appl. Phys. Lett., 87, 022905 (2005).